

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Juli 2001 (05.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/47417 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61B 5/083, 5/097** 199 60 257.3 14. Dezember 1999 (14.12.1999) DE

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP00/09965** (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): CORTEX BIOPHYSIK GMBH [DE/DE]; Nonnenstrasse 39, 04229 Leipzig (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Oktober 2000 (10.10.2000) (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): GEHRKE, Matthias [DE/DE]; Lenaustrasse 76, 60318 Frankfurt/Main (DE). HENKER, Ralf [DE/DE]; An der Lautsche 7, 04207 Leipzig (DE). KRETSCHMER, Claus-Peter [DE/DE]; Fritz-Siemon-Strasse 19, 04347 Leipzig (DE).

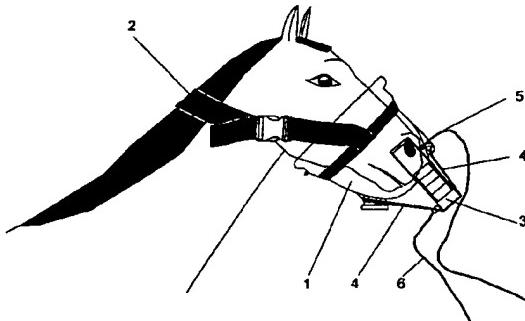
(25) Einreichungssprache: **Deutsch** (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
199 55 121.9 16. November 1999 (16.11.1999) DE (74) Anwälte: KRUSPIG, Volkmar usw.; Meissner, Bolte & Partner, Postfach 86 06 24, D-81633 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ERGOSPIROMETRY SYSTEM FOR ANIMALS, ESPECIALLY HORSES, CAMELS OR THE LIKE

(54) Bezeichnung: ERGOSPIROMETRIESYSTEM FÜR TIERE, INSbesondere PFERDE, KAMELE ODER DERGLEICHEN



(57) Abstract: The invention relates to an ergospirometry system for animals, especially horses, camels or the like. The inventive system comprises a funnel-shaped, cylindrical or hemispherically shaped respiratory gas mask (4), a gas volume flow sensor or flow sensor as well as a measuring unit comprising sensors for detecting the CO₂/O₂ concentration in the respiratory gas according to the mixing chamber or breath-by-breath principle. Said system also comprises connecting and/or signal transmitting means for further processing, representing and/or analysing measured values in a base station. According to the invention, means for fixing (4) a volume flow sensor housing (3) that can be detached from the mask are provided on the respiratory gas mask. Said housing is provided with flow chambers. Moreover, flow channels are formed within the flow chambers by parallel screens (19) which extend in the direction of flow, are spaced apart from each other and are provided with openings that are arranged in an offset manner and have a cross-section that can be predetermined. The centres of gravity or central points of said openings are essentially situated on an imaginary connecting line. Ultrasound converters (22) are located on the end points of the imaginary lines for detecting the volume flow. The invention also relates to a special pneumatic control that can be used according to the mixing chamber principle and in a continually operated gas suction pump (27).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Ergospirometriesystem für Tiere, insbesondere Pferde, Kamele oder dergleichen, umfassend eine trichterförmige, zylindrische oder halbkugelförmige Atemgasmaske (1), Gasvolumenstrom- oder Mengensensor sowie eine Meßeinheit mit Sensoren zur Bestimmung der CO₂/O₂-Konzentration im Atemgas nach dem Mischkammer- oder Breath-by-Breath-Prinzip und Anschluß- und/oder Signalübertragungsmittel zur Meßwert-Weiterverarbeitung, -Darstellung

WO 01/47417 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("*Guidance Notes on Codes and Abbreviations*") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

und/oder -Analyse in einer Basisstation. Erfindungsgemäß sind an der Atemgasmaske Mittel zur Befestigung (4) eines von der Maske lösbar Volumenstromsensorgehäuses (3) vorgesehen. Das Volumenstromsensorgehäuse weist Strömungskammern (14) auf. Weiterhin sind innerhalb der Strömungskammern durch in Strömungsrichtung verlaufende, parallel und beabstandet angeordnete Blenden (19) Strömungskanäle gebildet, wobei die Blenden versetzt ausgebildete Öffnungen vorgebbaren Querschnitts besitzen, deren Schwer- oder Mittelpunkte im wesentlichen auf einer gedachten Verbindungslinie liegen. An den Endpunkten der gedachten Linien sind Ultraschallwandler (22) zur Bestimmung des Volumenstroms befindlich. Darüber hinaus wird eine spezielle Pneumatiksteuerung für Anwendung beim Mischkammer-Prinzip und kontinuierlich betriebener Gasabsaugpumpe (27) beschrieben.

Ergospirometriesystem für Tiere, insbesondere Pferde, Kamele oder dergleichen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Ergospirometriesystem für Tiere, insbesondere Pferde, Kamele oder dergleichen, umfassend eine trichterförmige, zylindrische oder halbkugelförmige Atemgasmaske, Gasvolumenstrom- oder Mengensensor sowie eine Meßeinheit mit Sensoren zur Bestimmung der CO₂/O₂-Konzentration im Atemgas nach dem Mischkammer- oder Breath-by-Breath-Prinzip und Anschluß- und/oder Signalübertragungsmittel zur Meßwert-Weiterverarbeitung, -Darstellung und/oder -Analyse in einer Basisstation, gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Mobile Ergospirometriegeräte, z.B. für Belastungsuntersuchungen beim Menschen außerhalb des Labors sind seit einigen Jahren bekannt. Mit Hilfe derartiger mobiler Systeme lassen sich Analysen direkt auf dem Sport- oder am Arbeitsplatz unter natürlichen Bedingungen und Belastungssituationen durchführen. Über Telemetrieinheiten werden die Meßdaten in Echtzeit an einen Personal-Computer oder ein Notebook übertragen, wobei eine entsprechende Steuerung des Trainings- oder Übungsverlaufs nach Auswertung der Daten möglich ist. Durch derartige Geräte wurden neue Anwendungsgebiete in der Leistungsdiagnostik, in Arbeits-, Sport- und der Rehabilitationsmedizin erschlossen.

Aus der PCT-WO 98/53732 ist ein tragbares Ergospirometriesystem mit einer Telemetrie-Datenübertragungseinheit bekannt. Mit der dort gezeigten Anordnung sollen individuelle Parameter hinsichtlich der Sauerstoffaufnahme und der Kohlendioxidproduktion erfaßbar, d.h. eine Atemanalyse in Verbindung mit der Bestimmung des Herzrhythmus unter natürlichen Umgebungsbedingungen des Menschen möglich sein.

Gemäß der bekannten Lehre besitzt eine tragbare Einheit, die am Probanden befestigt ist, neben einer Atemmaske eine Gasanalyse-Einrichtung zur Bestimmung der O₂- und CO₂-Werte des Meßgases.

Weiterhin ist dort ein Herzfrequenz-Monitor vorgesehen, wobei die Meßwerte einem Mikroprozessor zugeführt werden, der Bestandteil der tragbaren Einheit ist. Die Meßwerte werden in einem internen Speicher abgelegt und über eine Telemetrie-
5 strecke zu einem Telemetrieempfänger übertragen, der wiederum mit einem Personal-Computer-System in Verbindung steht.

Mobile Ergospirometriesysteme und die dort vorhandene Technik insbesondere zur Bestimmung des Volumenstroms bei menschlichen
10 Probanden lassen sich nicht ohne weiteres für veterinärdiagnostische Zwecke anwenden oder übertragen.

Beispielsweise verändert sich bei Pferden die Atemzugsanzahl pro Minute ausgehend von einem Ruhewert im Bereich von 10 bis
15 14 bei Belastung auf bis maximal 120 bis 150 Atemzüge mit der Folge erheblicher, variierender Volumenströme. Darüber hinaus tragen Tiere einen wesentlich höheren Feuchteanteil aus, wodurch eingesetzte Sensoren bedingt durch Feuchteablagerungen beschädigt oder in der Funktion beeinträchtigt werden können,
20 mit der Folge unzureichender Meßergebnisse oder mangelnder Zuverlässigkeit derartiger Geräte.

Weiterhin kann bei Anwendung des Mischkammer-Prinzips eine notwendige Pumpe für den Pneumatikkreislauf der in der Regel viel höheren Atemfrequenz der Tiere nicht oder nicht ausreichend folgen, wobei zusätzlich die Gefahr besteht, daß der im Absaugschlauch, welcher zwischen Volumenstromsensor und Pumpe angeordnet ist, entstehende Unterdruck wegen der Atemfrequenz und der größeren Länge kritische Werte erreicht,
25 wobei hier die Gefahr besteht, daß nach Beendigung der Expirationsphase Umgebungsluft angesaugt wird und eine Meßwerteverfälschung eintritt.

Aus dem Vorgenannten ist es daher Aufgabe der Erfindung, ein
35 Ergospirometriesystem für Tiere, insbesondere Pferde, Kamele oder dergleichen anzugeben, welches von einer Meßeinheit mit Sensoren zur Bestimmung der CO₂/O₂-Konzentration im Atemgas und einem speziellen Gasvolumenstrom- oder Mengensensor ausgeht,

wobei weiterhin Anschluß- und/oder Signalübertragungsmittel zur Meßwert-Weiterverarbeitung, -Darstellung und/oder -Analyse vorgesehen sind. Bei dem zu schaffenden Ergospirometriesystem gilt es, bedingt durch die speziellen Gegebenheiten hinsichtlich insbesondere der Atemfrequenz und des notwendigen Abstands zwischen der Anordnung eines Volumenstromsensors und der Meßeinheit mit den Sensoren zur Bestimmung der CO₂/O₂-Konzentration eine Lösung zu finden, die auch dann für exakte Meßwerte Sorge trägt, wenn Nässe und Verschmutzung, die vom Tier herrühren, beim Atmen in einen Strömungskörper gelangen, welcher den Volumenstromsensor aufweist, oder wenn derartige Verschmutzungen beim Einatmen aufgenommen werden.

Insbesondere bei Anwendung des Mischkammer-Prinzips soll erfindungsgemäß sichergestellt werden, daß nicht unerwünscht Umgebungsluft angesaugt wird oder daß ein per se eine gewisse Trägheit aufweisendes Pneumatiksystem zu Meßwert-Verfälschungen führt, wenn die Atemfrequenz bei Belastung des Tieres erhöht ist.

Der zum Ergospirometriesystem gehörende Volumenstromsensor soll demnach geeignet sein, unter realen Umweltbedingungen sowohl in Ruhestellung als auch bei Bewegung des Tieres auf einem Laufband oder natürlicher Bewegung über kurze und längere Zeiten exakte Meßwerte zu liefern.

Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt mit einem Ergospirometriesystem gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1, wobei die Unteransprüche mindestens zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen, insbesondere mit Blick auf die Pneumatiksteuerung für ein Mischkammer-Meßprinzip umfassen.

Demgemäß besteht der Grundgedanke der Erfindung darin, bei dem Ergospirometriesystem für Tiere an der Atemgasmaske Mittel zum Befestigen eines von der Maske lösbaren Volumenstromsensorsgehäuses vorzusehen. Diese Befestigungsmittel können form- und/oder kraftschlüssig, z.B. nach dem Snap-in-Prinzip ausgebildet sein, so daß vor Ort zunächst in einfacher Weise die Maske am Tier fixiert und abgedichtet werden kann, um

dann in einem nächsten Schritt das Sensorgehäuse mit seinen elektrischen bzw. pneumatischen Anschlüssen an der Maske sicher zu fixieren.

Auch ohne Wechsel der Atemgasmaske soll ein schneller und
5 einfacher Austausch des Volumenstromsensorgehäuses entsprechend den jeweiligen Versuchsbedingungen möglich sein.

Das vorgestellte Volumenstromsensorgehäuse weist mindestens eine Strömungskammer auf, wobei die Strömungskammer jeweils
10 Öffnungen umfaßt, die einerseits im Strömungskontakt mit der oder den zugehörigen Öffnungen der Maske und andererseits zur Umgebung hin stehen.

Innerhalb der Strömungskammern werden durch in Strömungsrichtung verlaufende, parallel und beabstandet angeordnete Blenden Strömungskanäle gebildet. Die Blenden besitzen versetzt ausgebildete Öffnungen vorgebbaren Querschnitts, bevorzugt kreisrund oder elliptisch. Die Schwer- oder Mittelpunkte der Öffnungen verlaufen im wesentlichen auf einer gedachten Verbindungsline,
20 die sich wiederum bevorzugt diagonal in der jeweiligen Kammer ausrichtet.

An den Endpunkten der gedachten Linie sind Ultraschallwandler zur Bestimmung des Volumenstroms befindlich, wobei die Schallkeule der Wandler im wesentlichen entlang der Verbindungsline verläuft.
25

Die Wandler sind jeweils abwechselnd in einer Betriebsart als Sender oder Empfänger geschaltet, wodurch der Einfluß von Störgrößen gemindert und Meßfehler eliminiert werden können.
30

Mit Hilfe der die Strömungskanäle bildenden Blenden wird das vorbeiströmende Atemgas gleichgerichtet bzw. homogenisiert, bleibt aber turbulent, ohne daß unerwünschte Verwirbelungen
35 auftreten. Weiterhin dienen die Blenden mit ihren Öffnungen einer gezielten Beeinflussung der Ausbreitung des Ultraschallsignals mit der Folge, daß unerwünschte Reflexionen unterdrückt bzw. ausgeblendet werden. Durch Steuerung des zeitlichen

Verlaufs der Ultraschallsignale und eine hierauf abgestellte Signalanalyse verbessert sich die Aussagegenauigkeit der Volumenstrom-Informationen, welche eine Voraussetzung für die objektive Meßwerterfassung sind.

5

Durch Auswahl der Ultraschallfrequenz und Aufbringen einer widerstandsfähigen, schmutz- und wasserabweisenden Oberflächenbeschichtung der Wandler gelingt es, ausreichend hohe Schallenergie zu erzeugen bzw. die Selektivität der Wandler zu sichern, so daß unweigerliche Verschmutzungen auf den Ultraschallwandlern das Meßergebnis nicht oder nur unwesentlich verfälschen. Beispielsweise kann eine solche Beschichtung aus Polytetrafluorethylen, einem partiell aromatischen Polyamid oder einem ähnlichen Material bestehen. Die Arbeitsfrequenz der Wandler liegt im Bereich von im wesentlichen 350 bis 500 kHz, vorzugsweise bei 400 bis 450 kHz.

Die Atemgasmaske ist erfindungsgemäß derart abgedichtet am Kopf des Tieres angebracht, daß der Atemgasstrom ausschließlich zu und über den im Volumenstromsensorgehäuse vorgesehenen Strömungskammern führt, wobei zwischen dem Volumenstromsensorgehäuse und der Maske weitere Dichtmittel oder Dichtflächen vorgesehen sein können.

25 Die Ultraschallwandler sind mit dem umgebenden Gehäuse des Volumenstromsensors stoff- und/oder formschlüssig verbunden, wobei bevorzugt die eingesetzten Wandler eine gering dimensionierte Wandlerfläche mit einer Strahlungskeule kleinen Öffnungswinkels aufweisen.

30

Die Blenden innerhalb der Strömungskammern besitzen eine geringe, strömungsoptimierte Dicke und eine weitgehend ebene, glatte Oberfläche. Bevorzugt kommt Edelstahlmaterial mit einer Breite im Bereich von 0,15 bis 0,45 mm, bevorzugt 0,2 bis 35 0,4 mm zum Einsatz.

Innerhalb des Volumenstromsensorgehäuses ist eine Signalverarbeitungs-Elektronik zur Ansteuerung der Wandler und zur

Bestimmung des Volumenflusses angeordnet, wobei die derartig vorverarbeiten, nunmehr unkritischeren Signale über eine entsprechende elektrische Verbindung zur Meßeinheit übertragbar sind.

5

Am Volumenstromsensorgehäuse ist ein Gasabsaug-Anschlußstutzen zur Herstellung einer Verbindung mit dem Zweck des Gastransports in die abgesetzt angeordnete Meßeinheit vorgesehen.

10 Das Volumenstromsensorgehäuse selbst kann aus Kunststoff gefertigt sein und besitzt eine im wesentlichen symmetrische Grundform mit zwei benachbarten Strömungskammern, wobei die Strömungskammern sich in verlängerter Richtung der Öffnungen in der Atemgasmaske, bevorzugt im Bereich der Nüstern des Tieres
15 erstrecken. Der zwischen den Strömungskammern verbleibende Raum kann zur Aufnahme der Signalvorverarbeitungs-Elektronik ausgebildet sein.

20 In jeder Strömungskammer sind Ultraschallwandler angeordnet, wobei durch die zugehörige Auswerteelektronik die Gasvolumina bzw. der Volumenfluß je Kammer und der Summenfluß ermittelbar sind bzw. ist.

25 Die am Körper des Tieres oder am Körper einer führenden Person angeordnete Meßeinheit mit CO₂/O₂-Sensoren besitzt ein Telemetriemodul, wobei die Basisstation, welche entfernt angeordnet ist, eine Telemetrieinheit zum Aufbau einer uni- oder bidirektionalen Daten- und/oder Befehlsübertragungsstrecke aufweist.

30

Mit Hilfe der Telemetrie besteht die Möglichkeit, Online-Daten zu erfassen, diese zu verarbeiten, mindestens teilweise auszuwerten, aber auch gleichzeitig Steuersignale zur Meßeinheit bzw. zur Führungsperson zu senden.

35

Die Telemetrieinheit der Basisstation kann weiterhin eine automatische Frequenzwahl-Einrichtung aufweisen, um nach Scannen des relevanten Frequenzbands und/oder nach Ablauf einer

- Testdaten-Übertragungsprozedur eine Telemetriefrequenz mit erwarteter optimaler Übertragungsqualität festzulegen bzw. auszuwählen.
- 5 Durch einen Speicher zur Datensicherung, welcher in der Meßeinheit befindlich ist, besteht die Möglichkeit, in diesem Speicher Datensätze im definierten Format aus atemzugsbezogenen Meßdaten für jeden Atemzug und/oder für sämtliche oder ausgewählte Meßgrößen die kompletten Meßdatenverläufe über wählbare 10 Intervalle zu wählbaren Startzeiten abzulegen.

Ergänzend können in der Meßeinheit Sensoren zur Bestimmung der Umgebungstemperatur und/oder der Atemgasfeuchte und/oder weiterer relevanter Größen, wie z.B. Differenzdruckwerte, 15 vorgesehen sein, wobei diese Sensorwerte z.B. zur Kalibrierung und Korrektur der Atemgas-Sensorwerte herangezogen werden können.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist in der Meßeinheit 20 eine Mischkammer mit einer Pneumatiksteuerung vorhanden, wobei an der Mischkammer die CO₂/O₂-Sensoren, mit dieser in Strömungsverbindung stehend, angeschlossen sind. Weiterhin ist bei dieser Ausführungsform eine Pumpe mit einem 25 Absaugschlauch vorgesehen, wobei der Absaugschlauch zum Volumenstromsensorgehäuse bzw. zum dort vorgesehenen Gasabsaug-Anschlußstutzen führt und wobei über die Pneumatiksteuerung zwei Strömungskreisläufe für Expiration und Inspiration schaltbar sind.

30 Die in der Meßeinheit vorgesehene Pumpe arbeitet erfindungsgemäß quasi im Dauerbetrieb, wobei während der Inspiration die Pumpe mit einem Ruhewert einen Bypass-Strömungskreislauf versorgt, wodurch ein Eindringen von Umgebungsluft in die Mischkammer und/oder den Absaugschlauch wirksam verhinderbar 35 ist. Bei Expiration wird die Pumpe volumenstromgesteuert und versorgt die Mischkammer mit Atemgas, wobei während der Übergangsphase von Expiration zu Inspiration der Druckausgleich

über eine durch die Pneumatiksteuerung zeitweise geschaltete Verbindung zwischen Mischkammer und Pumpeneingang erfolgt, wodurch das Eindringen von Umgebungsluft in den Absaugschlauch vermieden werden kann.

5

Durch die kontinuierliche Arbeitsweise der Pumpe, während der Inspiration mit einem definierten Ruhewert und bei Expiration gesteuert durch den Volumenstrom, ist keine Beschleunigung der Pumpe aus dem quasi Stillstand erforderlich, so daß auch eine 10 entsprechend hohe Atmungsfrequenz, wie bei Tieren üblich, die Meßwerterfassung nicht beeinträchtigt.

Die Meßeinheit kann weiterhin Anzeige- und Bedienungsmittel aufweisen, wodurch bestimmte Meßwerterfassungs- und -aus- 15 wertemodi gewählt werden können und insbesondere durch eine das Tier führende Person eine erste Auswertung der Ergebnisse vorgenommen werden kann.

Die bevorzugt über eine Telemetrieeinheit mit Daten versorgte Basisstation ist durch einen üblichen Personal-Computer mit 20 entsprechender Ergospirometrie-Software zur Meßwert-Verarbeitung und -Analyse realisierbar. Es ist jedoch bevorzugt vorgesehen, daß die Meßeinheit sämtliche Funktionseinheiten eines Ergospirometriesystems einschließlich Berechnung und Speicherung der Meßwerte sowie Steuerungseinheiten und 25 Kommunikationsfunktionen aufweist bzw. enthält. Damit soll eine Bewertung von Gasanalysen z.B. bei Bewegung des Tieres im Gelände respektive natürlicher Umgebung möglich sein.

Durch eine entsprechende Verkabelung einschließlich Absaug- 30 schlauch besteht im stationären Betrieb die Möglichkeit, die Meßeinheit neben dem zu untersuchenden Tier aufzustellen, um störende Einflüsse zu vermeiden.

Die Anordnung der Ultraschallwandler innerhalb der Strömungskammern bzw. der Strömungskanäle ermöglicht einen direkten 35 unmittelbaren Kontakt mit dem vorbeiströmenden Gas, wobei durch die geometrische Gestaltung ein Selbstreinigungs- und Selbsttrocknungseffekt erreicht wird. Vorgesehene Blenden mit kreis-

runden und/oder elliptischen Durchbrüchen optimieren die Ausbreitung des Ultraschallsignals und verbessern die Störsicherheit insbesondere mit Blick auf mögliche Reflexionen des Ultraschallsignals im Strömungskanal.

5

Das Abdichten der Atemgasmaske am Kopf des Tieres erfolgt bevorzugt durch einen integral ausgebildeten Dichtkragen, der durch Beaufschlagen mit Luft sich der Oberflächenform des entsprechenden Bereichs des Tieres anpaßt und diesen dicht umschließt, ohne daß sich die Trageeigenschaften der Maske verschlechtern oder ein umständliches Handling beim Anlegen der Maske gegeben ist. Die Maske selbst kann zusätzlich durch ein Geschirr am Kopf des Tieres fixiert werden.

- 15 Alles in allem gelingt es mit der vorstehend beschriebenen Erfindung, ein neuartiges Ergospirometriesystem für Tiere anzugeben, das den besonderen Bedingungen, wie hohe Atmungsfrequenz bei Belastung, hohen Feuchtegrad des Atemgases sowie möglichen Verschmutzungen der Volumenstromsensoren genügt. Das System selbst ermöglicht auch einen längeren, störungsfreien Betrieb, wodurch Messungen bei ganz unterschiedlichen, aufeinanderfolgenden Belastungs- und Ruhephasen vorgenommen werden können.
- 25 Die Erfindung soll nachstehend anhand der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels sowie unter Zuhilfenahme von Figuren näher erläutert werden.

Hierbei zeigen:

30

- Fig. 1 eine prinzipielle Darstellung einer am Tier befestigten Atemgasmaske mit fixiertem Volumenstromsensorgehäuse;
- Fig. 2 eine Darstellung der Atemgasmaske mit integriertem Dichtkragen;
- 35 Fig. 3 eine Darstellung des einsatzbereiten Volumenstromsensorgehäuses mit Absaugschlauch und elektrischer Verkabelung;

- Fig. 4 eine Detaildarstellung des Volumenstromsensorgehäuses mit erkennbaren Strömungskammern sowie dem Anschluß für den Absaugschlauch;
- 5 Fig. 5 verschiedene Ansichten des an der Maske fixierten Volumenstromsensorgehäuses;
- Fig. 6 den Systemaufbau aus Meßeinheit, Atemgasmaske und Volumenstromsensorgehäuse;
- 10 Fig. 7 Vorderansicht und Schnittdarstellung des Volumenstromsensorgehäuses mit erkennbaren Strömungskammern und dort ausgebildeten Strömungskanälen einschließlich der vorgesehenen Ultraschallwandler;
- Fig. 8 Anordnungsbeispiele der Ultraschallwandler in der jeweiligen Strömungskammer bzw. dem Strömungskanal;
- 15 Fig. 9 eine prinzipielle Darstellung der Öffnungen in den Blenden mit gedachter Verbindungsleitung, an deren Enden die Ultraschallwandler innerhalb des Gehäuses angeordnet sind; und
- Fig. 10 ein Pneumatikschemma mit Pumpe und Mischkammer.
- 20 Beim Ausführungsbeispiel wird von einem Ergospirometriesystem für Tiere, insbesondere für Pferde ausgegangen.

Eine Atemgasmaske 1 wird über den vorderen Teil des Tierkopfs gestülpt und dort durch ein Geschirr 2 befestigt.

25 Die Atemgasmaske ist so dicht am Tierkopf befestigt, daß Atemgas nur durch vorgesehene Öffnungen ein- bzw. ausströmen kann.

Ein Volumenstromsensorgehäuse 3 ist mit Befestigungsmitteln 4 an der Atemgasmaske 1 fixiert.

Über einen entsprechenden Anschlußstutzen ist ein Gasabsaugschlauch 5 im oberen Bereich des Volumenstromsensorgehäuses 3 befestigt, wobei dieser zur in Fig. 1 nicht dargestellten Meßeinheit führt. Gleiches gilt für die elektrischen Anschlüsse 6 der im Volumenstromsensorgehäuse 3 befindlichen Signalvorverarbeitungs-Elektronik. Dadurch, daß der Absaugschlauch 5 im oberen Teil des Volumenstromsensorgehäuses 3 angebracht ist,

wird ein unerwünschtes Eindringen von Feuchtigkeit vermieden.

Fig. 2 macht deutlich, wie die Atemgasmaske 1 abdichtend fixierbar ist. Hierfür ist in der Atemgasmaske 1 ein integra-
5 ler, aufblasbarer Dichtkragen 7 befindlich, der über ein Ventil 8 mit Druckluft beaufschlagt werden kann.

Dies geschieht mit einer handelsüblichen Luftpumpe 10 in besonders einfacher Weise.

10 Fig. 3 lässt das Volumenstromsensorgehäuse 3 mit den bereits erwähnten elektrischen Anschlüssen 6 sowie dem Absaugschlauch 5 erkennen. Gleichfalls sind die Gasauslaß-Einlaßöffnungen 11 dargestellt.

15 Es liegt im Sinne der Erfindung, daß das System aus Atemgasmaske mit dort befestigtem Volumenstromsensorgehäuse mittels Kalibrierkammer oder Kalibrationspumpe vor dem Anbringen am Kopf des Tieres kalibriert bzw. geeicht werden kann. Damit wird Meß- und Versuchszeit eingespart und eine höhere Meßgenauigkeit
20 gewährleistet.

Der bereits erwähnte Anschlußstutzen 13 für den Gasabsaugschlauch ist in Fig. 4 besonders deutlich zu erkennen.

Gleichfalls zeigt Fig. 4 die Strömungskammern 14 einschließlich
25 der in den Kammern ausgebildeten Strömungskanäle 15.

Im mittleren, zwischen den Strömungskammern 14 liegenden Bereich 16 ist die Signalvorverarbeitungs-Elektronik anordenbar.

30 Der prinzipielle Systemaufbau gemäß Fig. 6 besteht also in einer Meßeinheit 17, die die Sensoren zur Bestimmung der CO₂/O₂-Konzentration im Atemgas und entsprechende Speicher- und Recheneinheiten sowie Bedien- und Anzeigeelemente aufweist. Die Meßeinheit 17 wird über Batterie-Pack 18 bzw. einem Netzteil
35 mit Elektroenergie versorgt.

Die Meßeinheit 17 kann sowohl am Körper des Tieres befestigt werden, als auch durch eine das Tier führende Person betätigt bzw. von dieser getragen werden. Über entsprechend ausgebildete

Längen der Verbindungsmitte Absaugschlauch und Elektroanschluß besteht die Möglichkeit der Anordnung der Meßeinheit neben dem Tier, z.B. wenn diese sich auf einem Laufband bewegt.

- 5 Die Ansichten nach Fig. 5 lassen die Befestigung des Volumenstromsensorgehäuses 3 an der Atemgasmaske 1 deutlich werden. Im oberen Teil ist eine Unteransicht, im mittleren Teil eine Seitenansicht und im unteren Teil der Fig. 5 eine Draufsicht dargestellt.
- 10 Bei der Darstellung nach Fig. 5 wird von einer gummibandunterstützten Preßverbindung zwischen Atemgasmaske 1 und Volumenstromsensorgehäuse 3 ausgegangen, wobei jedoch auch eine Snap-in-Verbindung realisierbar ist.
- 15 Der prinzipielle Aufbau des Volumenstromsensorgehäuses mit Strömungskammern und Strömungskanälen soll anhand der Fig. 7 bis 9 nachstehend näher erläutert werden.
- 20 Innerhalb des Volumenstromsensorgehäuses 3 befinden sich zwei Strömungskammern 14, die durch Blenden 19 jeweils in einzelne Strömungskanäle unterteilt sind.
- 25 Die Blenden 19 sind in Strömungsrichtung verlaufend parallel und nahezu gleichmäßig beabstandet angeordnet, wobei in den Blenden 19 versetzt ausgebildete Öffnungen 20 (siehe Fig. 8 und 9) eingebracht sind. Diese Öffnungen 20 können z.B. einen kreisrunden, aber auch einen elliptischen Querschnitt aufweisen.
- 30 Die Öffnungen 20 liegen auf einer gedachten Verbindungsline 21 der Schwer- oder Mittelpunkte, wobei an den Endpunkten der gedachten Linie 21 (siehe Fig. 9) Ultraschallwandler 22 befindlich sind. Die Schallkeule der Ultraschallwandler 22 erstreckt sich im wesentlichen entlang der gedachten Linie 21 und besitzt einen recht schmalen Austritts- bzw. Selektivitätswinkel.
- 35 Wie Fig. 8 zeigt, können Ultraschallwandler 22 mit orthogonal zur Oberfläche austretender Schallkeule, aber auch solche mit

einer Schallkeule verwendet werden, welche unter einem Winkel α zur Oberfläche austritt.

5 Steuerungsseitig werden die Ultraschallwandler zyklisch oder
azyklisch abwechselnd sowohl im Sender- als auch im Empfänger-
modus betrieben, wodurch eine weitgehende Störungsunterdrückung
erreicht werden kann.

Die in der Fig. 9 zu erkennenden Blenden 19 mit Öffnungen 20
10 besitzen eine geringe Dicke vorzugsweise im Bereich von 0,2 bis
0,4 mm. Die Blenden 19 selbst können aus Edelstahl mit polier-
ter, glatter Oberfläche gefertigt sein, so daß sich minimale
Strömungsverluste aufgrund des gegebenen Strömungswiderstands
einstellen. Die gewählte Struktur aus Blende 19 mit Öffnungen
15 20 zur Ausbildung der Strömungskanäle 15 gewährleistet in
Verbindung mit der Anordnung der Ultraschallwandler 22 eine
hohe Selektivität bei der Erfassung des Volumenstroms, wobei
ein Selbstreinigungseffekt mit minimaler Verschmutzung
auftritt.
20 Die aktive Wandlerfläche der Ultraschallsensorik ist relativ
gering und bewegt sich beispielsweise im Bereich von 2 x 2 mm,
wobei die Arbeitsfrequenz der Wandler zwischen 400 und 450 kHz
liegt. Ziel ist es, eine recht hohe Schallenergie mit einem
kleinen Austrittswinkel im genannten Frequenzbereich auszu-
25 strahlen, um die gewünschten Selektivitätseigenschaften für die
Volumenstromerfassung zu gewährleisten.
Durch die Anordnung der Ultraschallwandler bzw. Ultraschall-
sensoren weit außerhalb der Mitte des Strömungskanals wird die
Empfindlichkeit gegenüber dem zu messenden Volumenfluß erhöht
30 und die Störanfälligkeit der Vorrichtung reduziert.

Eine weitere Verbesserung der Arbeitsweise der Volumenstrom-
sensorik wird durch eine schmutz- und wasserabweisende Ober-
flächenbeschichtung bzw. eine Beschichtung der Impedanzanpas-
35 sungsschicht der Ultraschallwandler 22 erreicht. Diese Be-
schichtung kann beispielsweise aus Polytetrafluorethylen oder
einem ähnlichen Material bestehen. Beworzt ist der Einsatz
eines spritzgußfähigen Materials mit etwa 50 Gew.-% Glasfaser-

verstärkung auf Basis Copolyamid PA 6T/6I.

Die Ultraschallwandler 22 sind, wie gemäß Fig. 8 prinzipiell erkennbar, stoff- und/oder formschlüssig mit der umgebenden 5 Oberfläche des Volumenstromsensorgehäuses bzw. einer dort angeordneten Zwischenwand verbunden.

Die Elektronik zur Ansteuerung der Ultraschallwandler ist bevorzugt Bestandteil der Signalvorverarbeitungs-Baugruppe, die 10 wiederum im Bereich 16 (Fig. 7) befindlich ist.

Wie aus den Darstellungen ersichtlich, ist die Grundform des Volumenstromsensorgehäuses 3 im wesentlichen symmetrisch, wobei 15 zwei Strömungskammern 14 mit entsprechenden Strömungskanälen 15 vorhanden sind, deren Öffnungen in verlängerter Richtung zur Lage der Öffnungen in der Atemgasmaske 1, bevorzugt im Bereich der Nüstern des Tieres gewählt sind.

Die Meßeinheit 17 kann über eine Antenne 23, die mit einem in 20 der Meßeinheit befindlichen Telemetriemodul in Verbindung steht, einen Datenaustausch mit einer Basisstation durchführen, welche ebenfalls eine Telemetrieeinheit umfaßt. Neben dem uni- oder bidirektionalen Datenaustausch können auch Befehle, insbesondere zur Steuerung des Meßablaufs über diese Strecke 25 geführt werden.

Mit Hilfe der Fig. 10 sei das Grundprinzip der Pneumatiksteuerung bei Anwendung der Mischkammer-Meßmethode erläutert.

30 In der Meßeinheit 17 ist demnach eine Mischkammer 24 befindlich, die mit einem O₂-Sensor 25 und einem CO₂-Sensor 26 in Verbindung steht.

35 Die Mischkammer 24 wird über eine Pumpe 27 mit Atemgas versorgt. Zwischen Pumpe 27 und dem Gaseingang der Mischkammer 24 ist ein erstes Ventil 28 (V1) geschaltet.

Ausgangsseitig steht das erste Ventil 28 mit einem Verteiler-

stutzen 29 in Verbindung, der auch zum Anschluß für den Gasabsaugschlauch 5 führt, welcher mit dem Pumpeneingang in Strömungsverbindung steht.

5 Die Pumpe 27 arbeitet kontinuierlich, und zwar während der Inspiration mit einem definierten Ruhewert und bei Expiration durch den Volumenstrom gesteuert, wodurch eine Beschleunigung aus dem Stillstand nicht erforderlich ist, was bei hoher Atemfrequenz erhebliche Vorteile bietet.

10 Um zu verhindern, daß in die Mischkammer 24 Umgebungsluft gelangt und daß sich der Absaugschlauch 5 mit Umgebungsluft füllt bzw. anreichert, ist während der Inspiration der Pneumatikkreis B wirksam. Das heißt, in diesem Fall bildet der 15 Kreis B über das erste Ventil 28 in Verbindung mit dem Verteilerstutzen 29 einen Eingangs-Bypass.

Während der Expiration ist der Kreislauf A wirksam.

20 Beim Übergang von der Expiration zur Inspiration sorgt der Kreislauf C dafür, daß der Druckausgleich im Absaugschlauch 5 nicht durch die Umgebungsluft erfolgt, sondern Expirationsgas aus der vorangegangenen Expirationsphase einströmt. Der Kreis C ist nur während der kurzen Phase dieses erwähnten Druckausgleichs aktiviert. Zur Bildung des Kreislaufs C ist ein weiterer Verteilerstutzen 30 ausgangsseitig des CO₂-Sensors 26 befindlich und es ist ein zweites Ventil 31 (V2) vorhanden, das eine Verbindung zwischen dem Verteilerstutzen 30 und der Pumpeneingangsseite herstellt. Durch eine definierte Länge 30 eines Schlauchstücks 32 ist gesichert, daß während der Phase des Druckausgleichs keine Umgebungsluft in den Kreis C einströmt.

35 Die beschriebene Lösung der Pneumatiksteuerung vermeidet den ansonsten gegebenen Nachteil, daß die Pumpe der höheren Atemfrequenz bei Tieren, die einer Belastung ausgesetzt sind, nicht mehr folgen kann. Weiterhin wird die Tatsache berücksichtigt, daß der im Absaugschlauch, welcher zwischen Volumenstromsensor

und Pumpe angeordnet ist, entstehende Unterdruck aufgrund der höheren Atemfrequenz und der gegebenen größeren Länge nicht zu einer Meßwert-Verfälschung führt, weil üblicherweise unter unveränderter Anwendung des Standes der Technik nach Beendigung 5 der Expirationsphase Umgebungsluft angesaugt werden kann, was es gerade zu verhindern gilt.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|--|
| 1 | Atemgasmaske |
| 2 | Geschirr |
| 5 | 3 Volumenstromsensorgehäuse |
| | 4 Befestigungsmittel |
| | 5 Absaugschlauch |
| | 6 elektrische Anschlüsse |
| | 7 Dichtkragen |
| 10 | 8 Ventil |
| | 10 Luftpumpe |
| | 11 Gasaus- und -einlaßöffnung |
| | 13 Anschlußstutzen |
| | 14 Strömungskammer |
| 15 | 15 Strömungskanäle |
| | 16 Bereich zur Anordnung der Signalvorverarbeitungs-Elektronik |
| | 17 Meßeinheit |
| | 18 Batterie-Pack oder Netzteil |
| 20 | 19 Blende |
| | 20 Öffnung |
| | 21 gedachte Verbindungsleitung |
| | 22 Ultraschallwandler |
| | 23 Antenne |
| 25 | 24 Mischkammer |
| | 25 O ₂ -Sensor |
| | 26 CO ₂ -Sensor |
| | 27 Pumpe |
| | 28 erstes Ventil |
| 30 | 29, 30 Verteilerstutzen |
| | 31 zweites Ventil |
| | 32 Schlauchstück |

Patentansprüche

1. Ergospirometriesystem für Tiere, insbesondere Pferde, Kamele oder dergleichen, umfassend eine trichterförmige, zylindrische oder halbkugelförmige Atemgasmaske, Gasvolumenstrom- oder Mengensensor, sowie eine Meßeinheit mit Sensoren zur Bestimmung der CO₂/O₂-Konzentration im Atemgas nach dem Mischkammer- oder Breath-by-Breath-Prinzip und Anschluß- und/oder Signalübertragungsmittel zur Meßwert-Weiterverarbeitung, -Darstellung und/oder -Analyse in einer Basisstation,
dadurch gekennzeichnet, daß
an der Atemgasmaske Mittel zum Befestigen eines von der Maske lösbaren Volumenstromsensorgehäuses vorgesehen sind, das Volumenstromsensorgehäuse mindestens eine Strömungskammer aufweist, wobei die mindestens eine Strömungskammer jeweils Gaseinlaß- bzw. Gasauslaßöffnungen umfassen, welche einerseits in Strömungskontakt mit zugehörigen Öffnungen der Maske und andererseits zur Umgebung stehen,
weiterhin innerhalb der Strömungskammern durch in Strömungsrichtung verlaufende, parallel und beabstandet angeordnete Blenden Strömungskanäle gebildet sind, wobei die Blenden versetzt ausgebildete Aussparungen oder Öffnungen vorgebbaren Querschnitts besitzen, deren Schwer- oder Mittelpunkte im wesentlichen auf einer gedachten Verbindungsline liegen und wobei weiterhin an den Endpunkten der gedachten Linie Ultraschallwandler zur Bestimmung des Volumenstroms befindlich sind, wobei die Schallkeule der Wandler im wesentlichen entlang der Verbindungsline oder auf dieser verläuft.
2. Ergospirometriesystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Aussparungen oder Öffnungen in den Blenden eine kreisrunde oder elliptische Querschnittsform aufweisen, wobei durch die Blendenform und versetzte Anordnung unerwünschte Schallreflexionen unterdrückbar sind.
3. Ergospirometriesystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Atemgasmaske derart abgedichtet am Kopf des Tieres angebracht ist, daß der Atemgasstrom ausschließlich zu oder über den im Volumenstromsensorgehäuse vorgesehenen Strömungskammern führt, wobei zwischen dem Volumenstromsensorgehäuse und der
5 Atemgasmaske weitere Dichtmittel oder Dichtflächen ausgebildet sind und wobei die Atemgasmaske vorzugsweise einen integralen, aufblasbaren umlaufenden Dichtkragen aufweist.

4. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen
10 Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die eingesetzten Ultraschallwandler eine gering dimensionierte aktive Wandlerfläche mit einer Strahlungskeule kleinen Öffnungswinkels aufweisen.
15

5. Ergospirometriesystem nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Oberfläche der Wandler mit einer schmutz- und wasser-abweisenden Beschichtung versehen ist.

20 6. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Wandler mit dem umgebenden Gehäuseteil oder der Gehäuse-
25 fläche des Volumenstromsensorgehäuses stoff- und/oder
formschlüssig verbunden sind.

7. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen
Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, daß
die Arbeitsfrequenz der Wandler im Bereich von im wesentlichen 350 bis 500 kHz, vorzugsweise 400 bis 450 kHz liegt.

35 8. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Blenden eine geringe, strömungsoptimale Dicke aufweisen,
wobei die Anordnung der Blenden der Ausbildung einer gleich-

gerichteten turbulenten, aber weitgehend wirbelfreien Strömung innerhalb der Strömungskammern dient.

9. Ergospirometriesystem nach Anspruch 8,
5 dadurch gekennzeichnet, daß
die Dicke der Blenden im Bereich von im wesentlichen 0,15 bis
0,45 mm liegt.

10. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
im Volumenstromsensorgehäuse eine Signalvorverarbeitungs-
Elektronik zur Ansteuerung der Wandler und zur Bestimmung des
Volumenflusses angeordnet ist, um die derartig vorverarbeiteten
15 elektrischen Signale zur Meßeinheit zu übertragen.

11. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
20 am Volumenstromsensorgehäuse ein Gasabsaug-Anschlußstutzen zur
Herstellung einer Verbindung zum Gastransport in die Meßeinheit
vorgesehen ist.

12. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen
25 Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Volumenstromsensorgehäuse eine im wesentlichen symmetrische
Grundform mit zwei Strömungskammern besitzt, wobei die Strö-
mungskammern sich in verlängerter Richtung der Öffnungen in der
30 Atemgasmaske, bevorzugt im Bereich der Nüstern des Tieres,
erstrecken.

13. Ergospirometriesystem nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
35 in jeder Strömungskammer Ultraschallwandler angeordnet sind,
wobei durch die zugehörige Auswerteelektronik die Gasvolumina
bzw. der Volumenfluß je Kammer und ein Summenvolumenfluß
ermittelbar ist.

14. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßeinheit ein Telemetriemodul und die Basisstation eine
5 Telemetrieeinheit zum Aufbau einer uni- oder bidirektionalen Daten- und/oder Befehlsübertragungsstrecke aufweisen.
15. Ergospirometriesystem nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
10 die Telemetrieinheit der Basisstation eine automatische Frequenzwahleinrichtung aufweist, um nach Scannen des Frequenzbands und/oder einer Testdaten-Übertragungsprozedur eine Telemetriefrequenz mit erwarteter optimaler Übertragungsqualität festzulegen.
15
16. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
gekennzeichnet durch
einen Speicher zur Datensicherung in der Meßeinheit, wobei im
20 Speicher Datensätze im definierten Format aus atemzugsbezogenen Meßdaten für jeden Atemzug und/oder für sämtliche oder ausgewählte Meßgrößen die kompletten Meßdatenverläufe über wählbare Intervalle zu wählbaren Startzeiten abgelegt werden.
- 25 17. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßeinheit Sensoren zur Bestimmung der Umgebungstemperatur und/oder der Atemgasfeuchte und/oder weiterer relevanter
30 Größen, wie z.B. Differenzdruckwerte aufweist, wobei diese Sensorwerte zur Korrektur der Atemgassensorwerte herangezogen werden.
- 35 18. Ergospirometriesystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßeinheit am Körper des Tieres oder einer das Tier
führenden Person applizierbar ist.

19. Ergospirometriesystem nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßeinheit eine Mischkammer mit einer Pneumatiksteuerung
aufweist, wobei an der Mischkammer die CO₂/O₂-Sensoren, mit
5 dieser in Strömungsverbindung stehend, angeschlossen sind,
weiterhin eine Pumpe mit einem Anschluß für den Absaugschlauch
vorgesehen ist, wobei der Absaugschlauch zum
Volumenstromsensorgehäuse führt und wobei mittels der
Pneumatiksteuerung zwei Strömungskreisläufe für Expiration und
10 Inspiration schaltbar sind.

20. Ergospirometriesystem nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Pumpe im quasi Dauerbetrieb arbeitet, wobei während der
15 Inspiration die Pumpe mit einem Ruhewert einen Eingangs-Strö-
mungskreislauf versorgt, wodurch ein Eindringen von Umgebungs-
luft in die Mischkammer und/oder den Absaugschlauch verhinder-
bar ist, und daß bei Expiration die Pumpe volumenstromgesteuert
die Mischkammer mit Atemgas versorgt, wobei während der Über-
20 gangssphase von Expiration zu Inspiration der Druckausgleich
über eine durch die Pneumatiksteuerung zeitweise geschaltete
Verbindung zwischen Mischkammer und Pumpeneingang erfolgt,
wodurch das Eindringen von Umgebungsluft in den Absaugschlauch
vermeidbar ist.

25

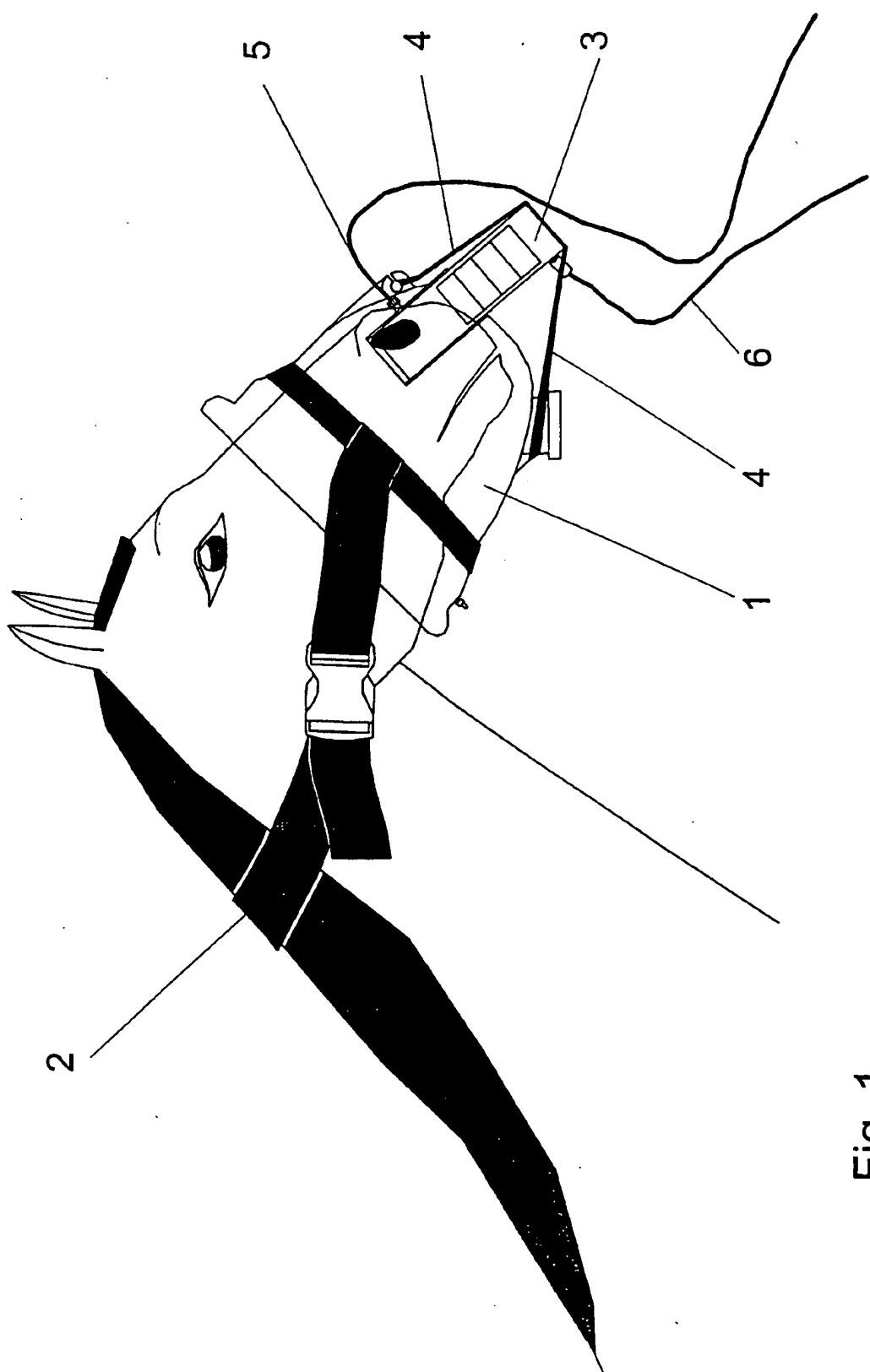


Fig. 1

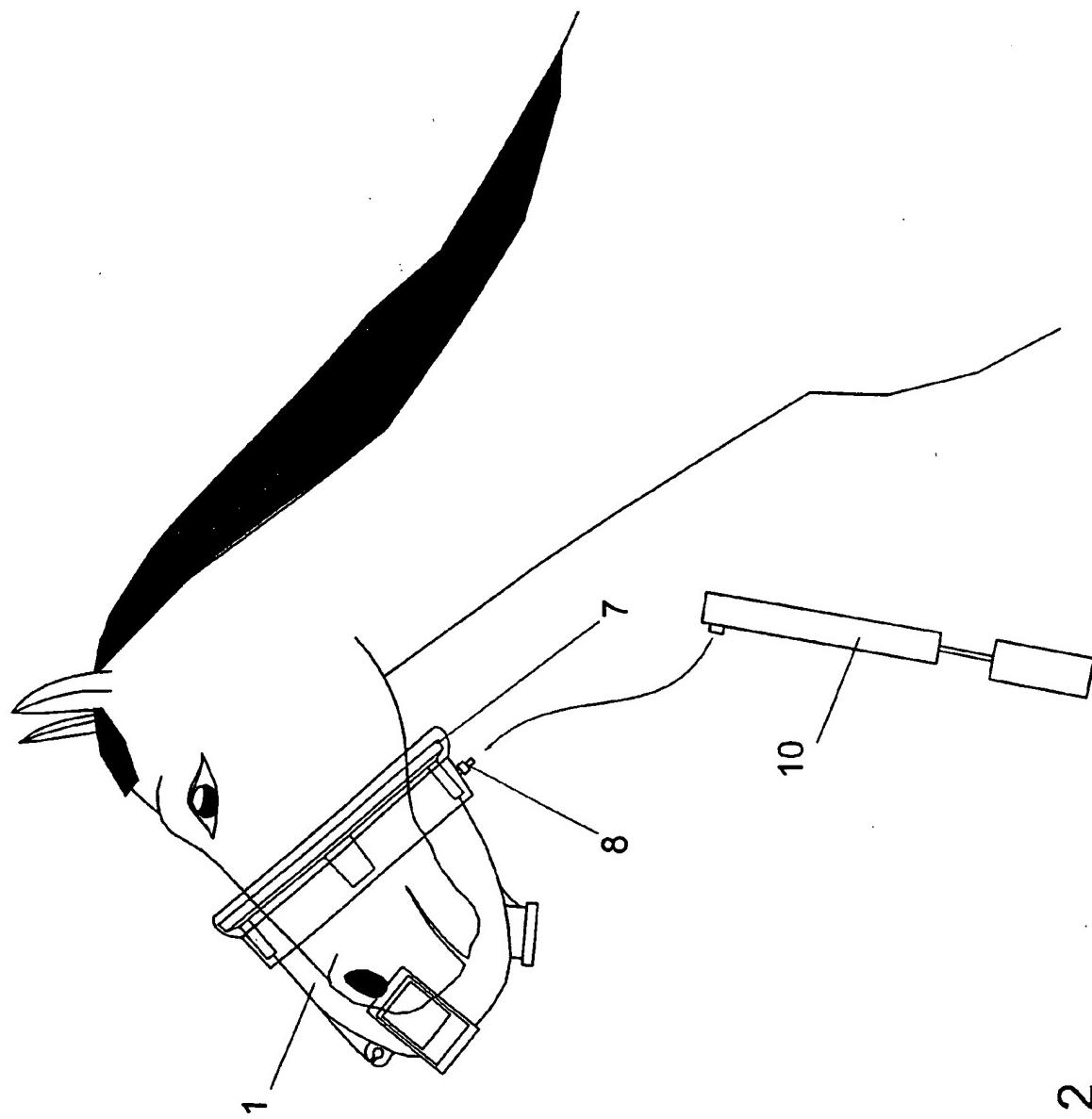


Fig. 2

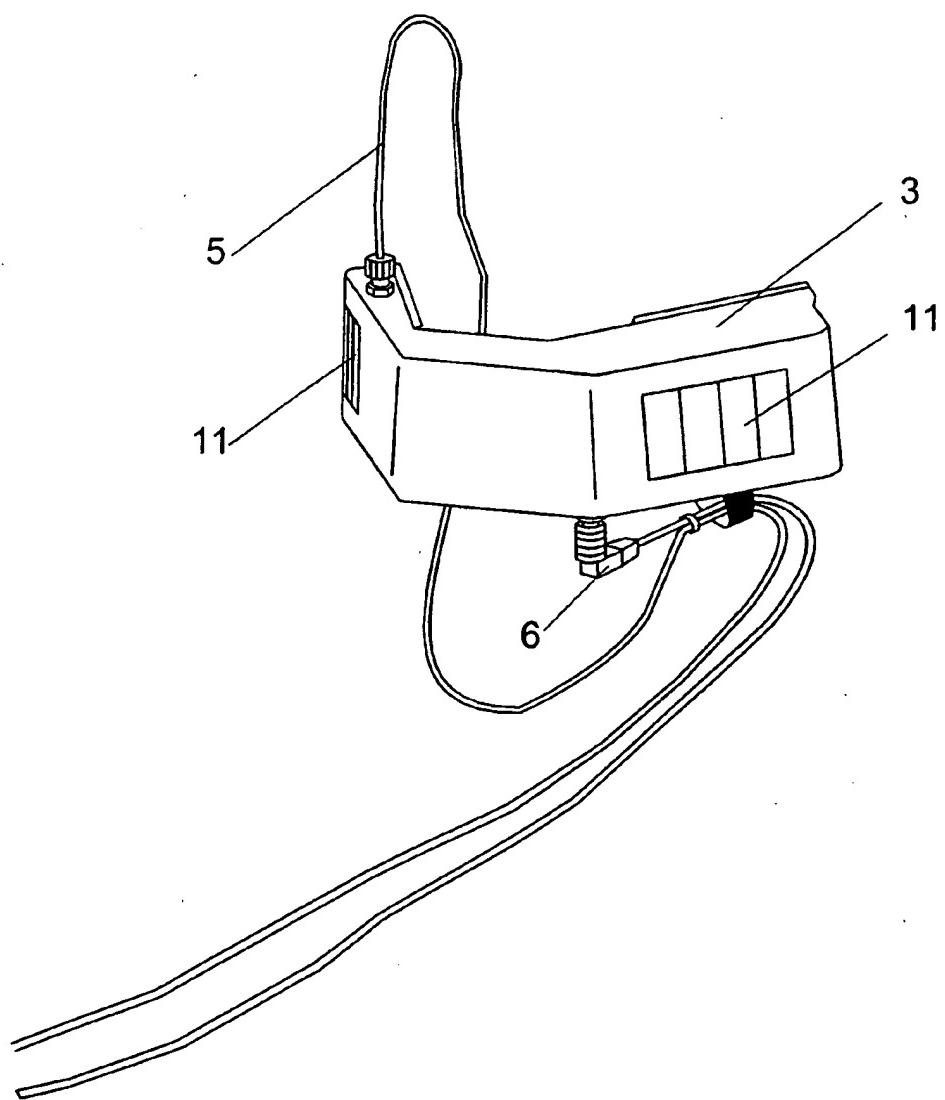


Fig. 3

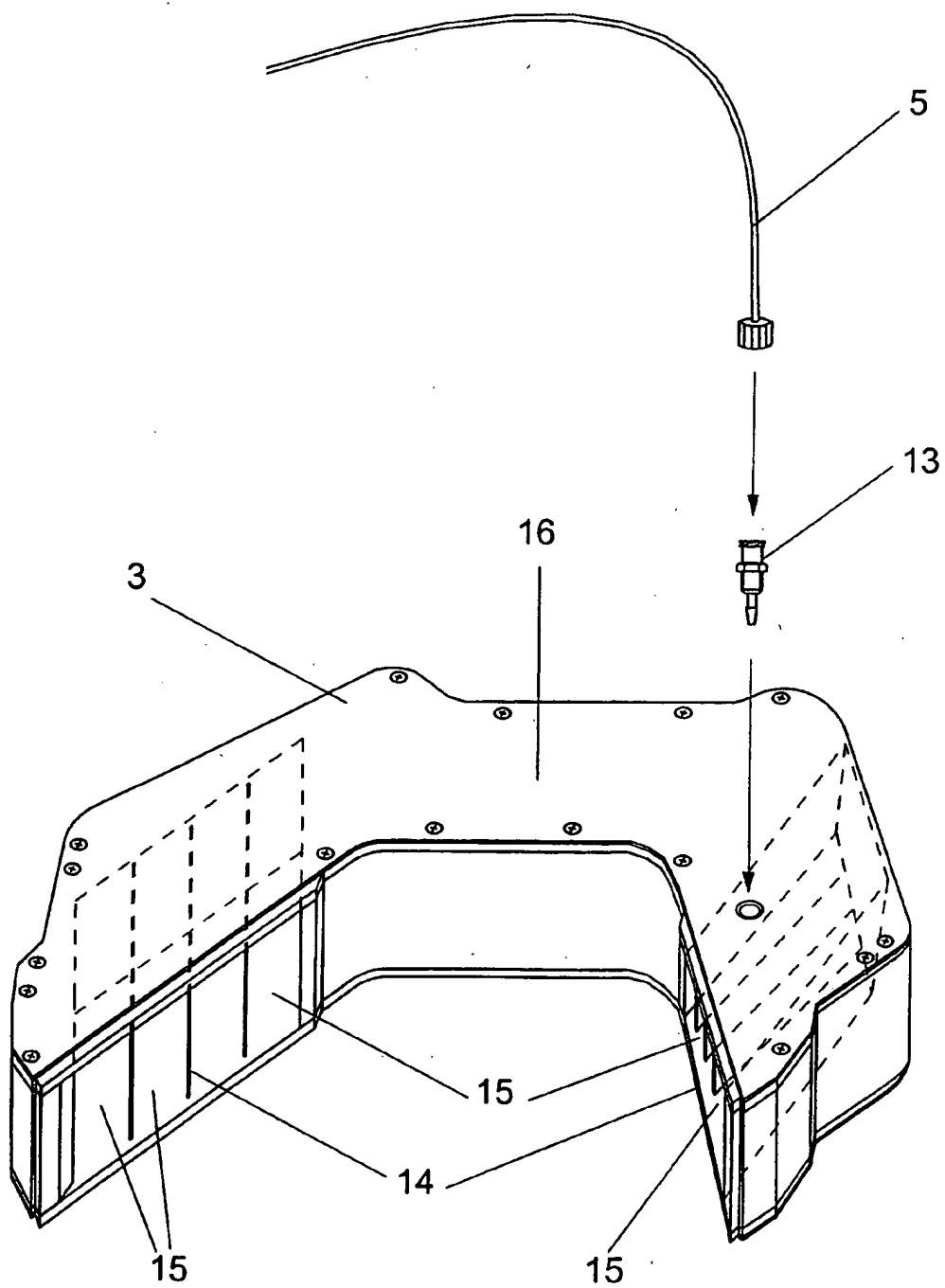


Fig. 4

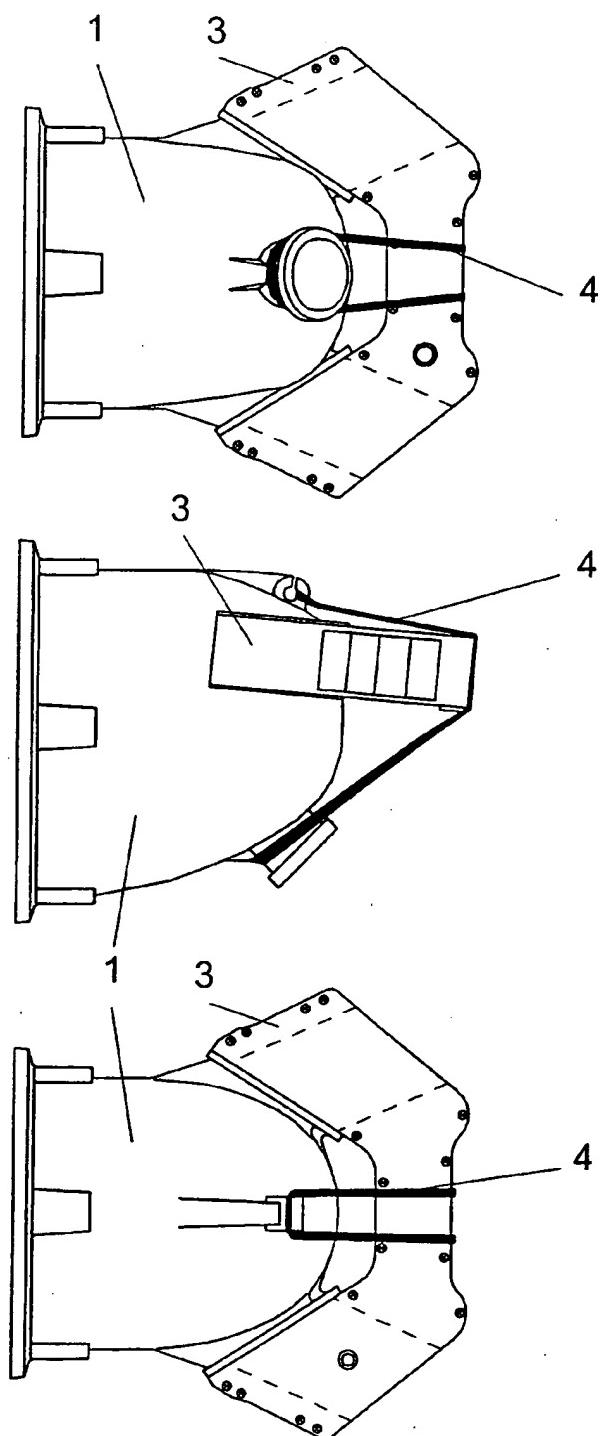


Fig. 5

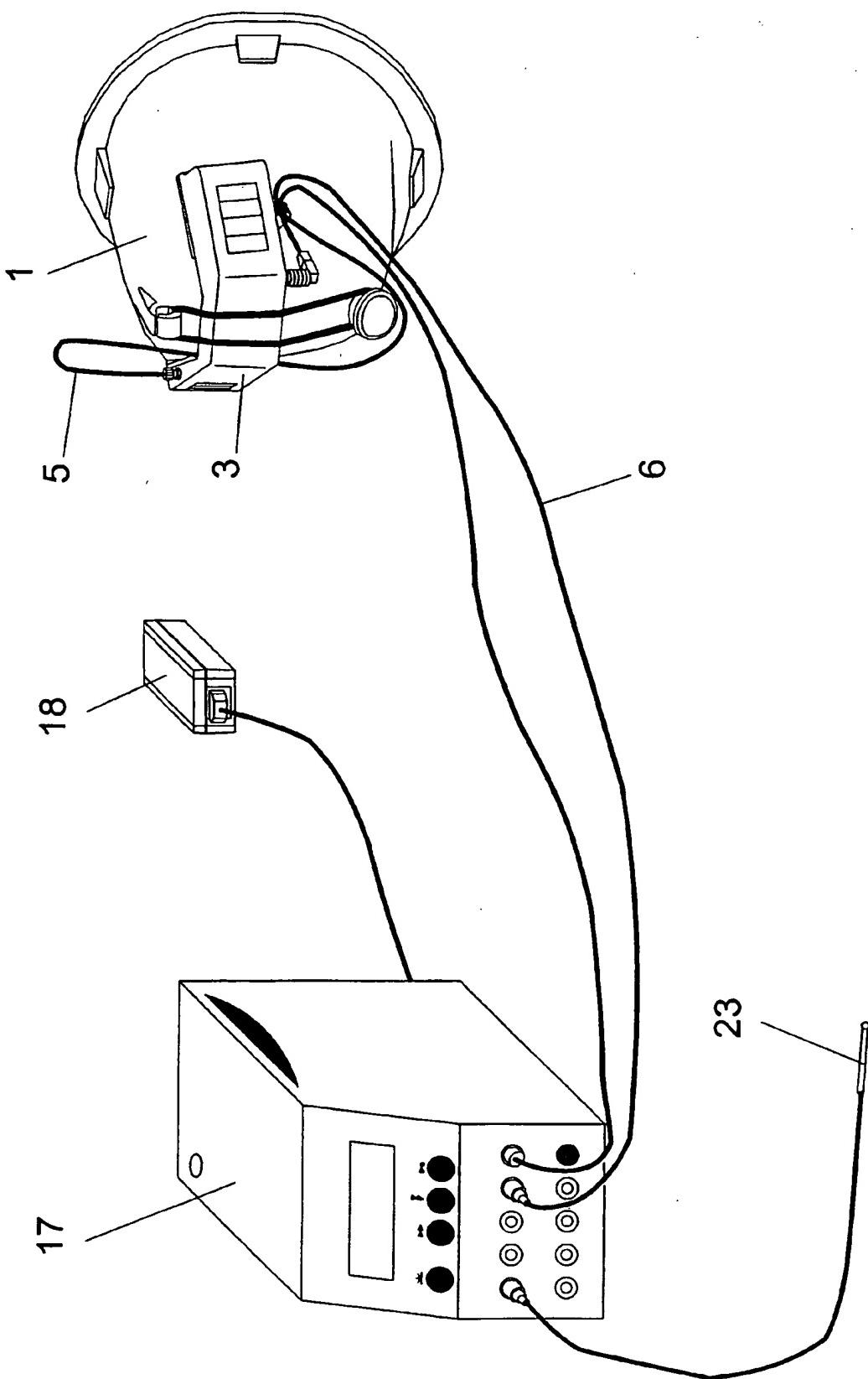


Fig. 6

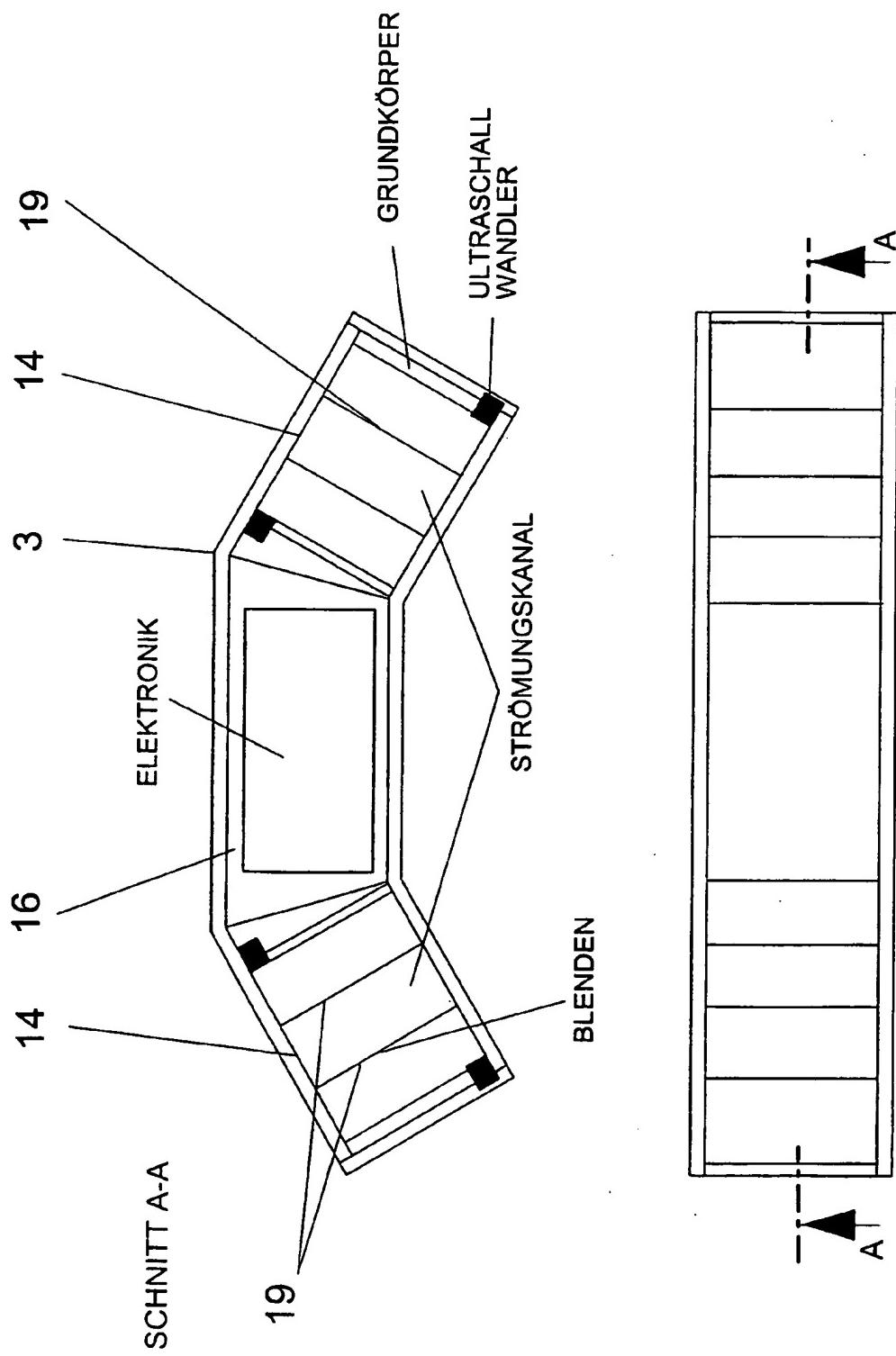
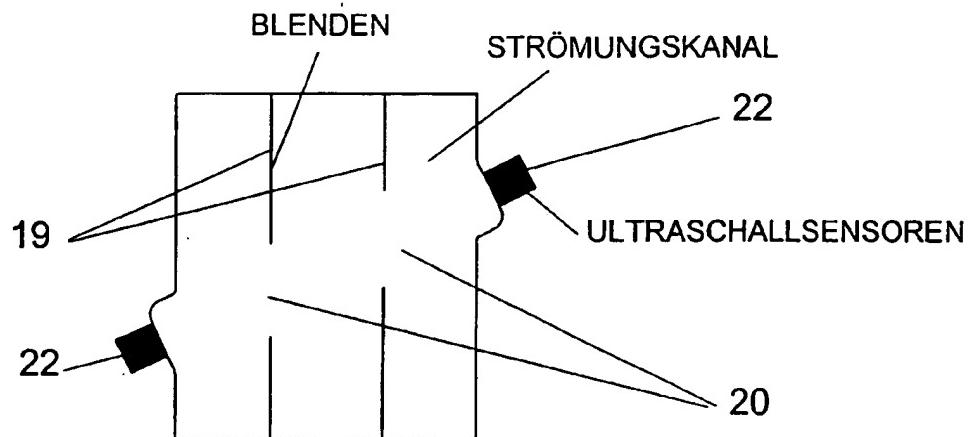
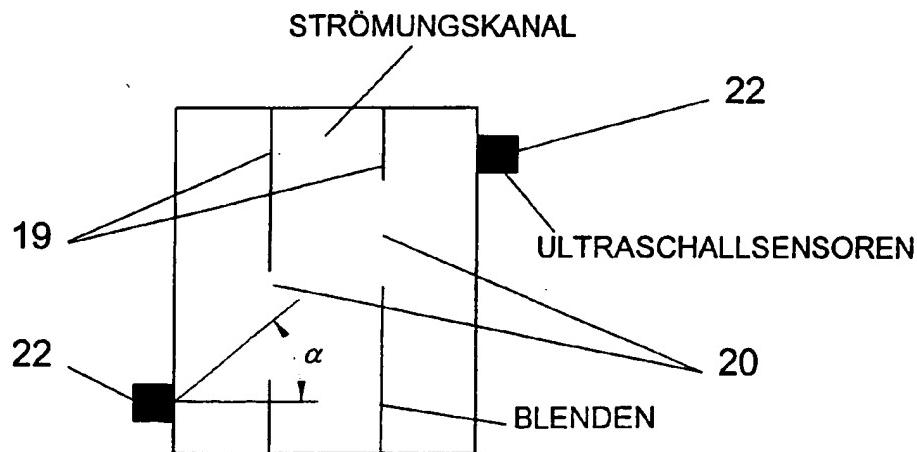


Fig. 7



a) ULTRASCHALLSENSOR MIT ORTHOGONAL
ZUR OBERFLÄCHE AUSTRETENDER SCHALLKEULE



b) ULTRASCHALLSENSOR MIT SCHALLKEULE
DIE MIT EINEM WINKEL α ZUR OBERFLÄCHE ASTRITT

Fig. 8

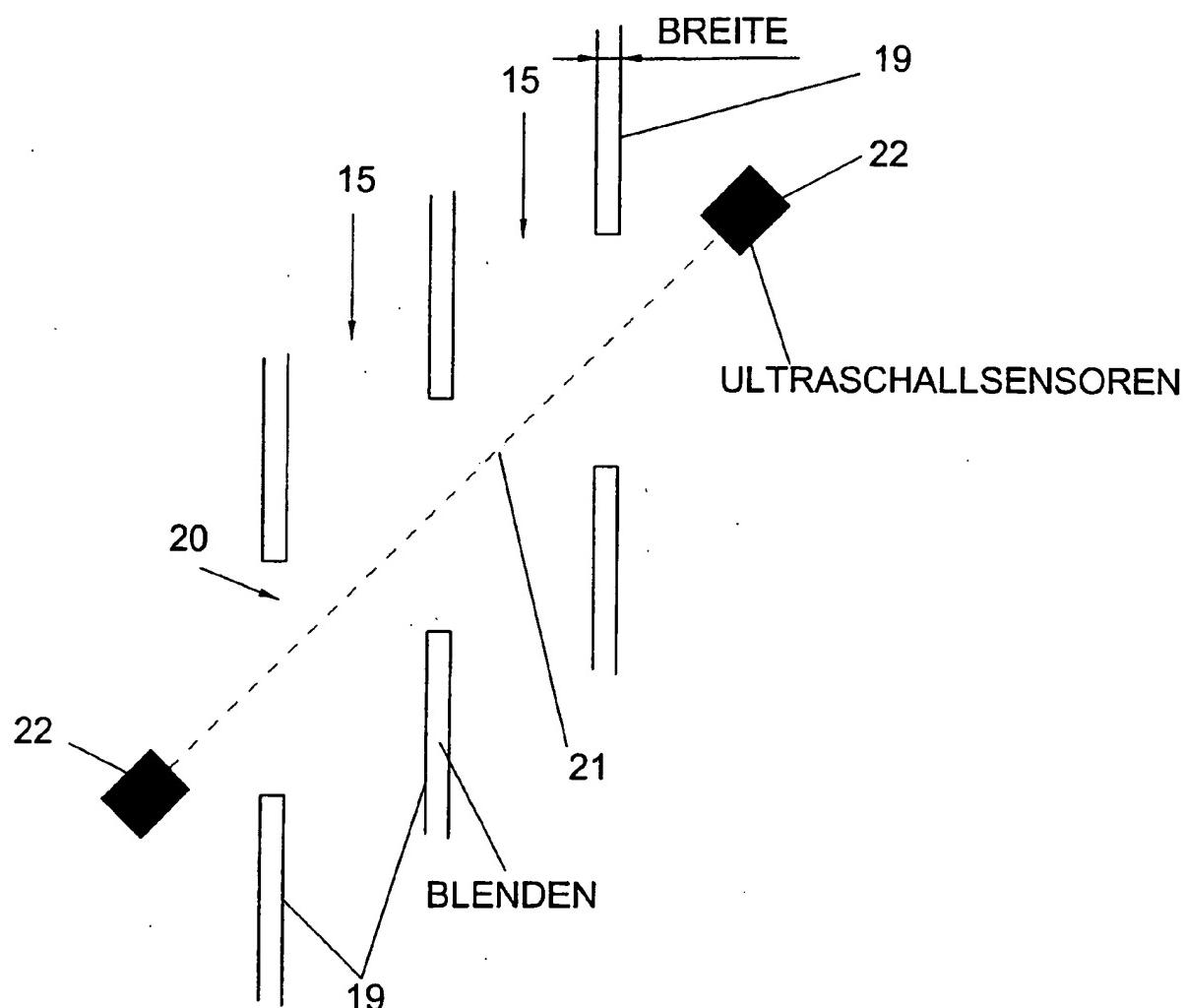


Fig. 9

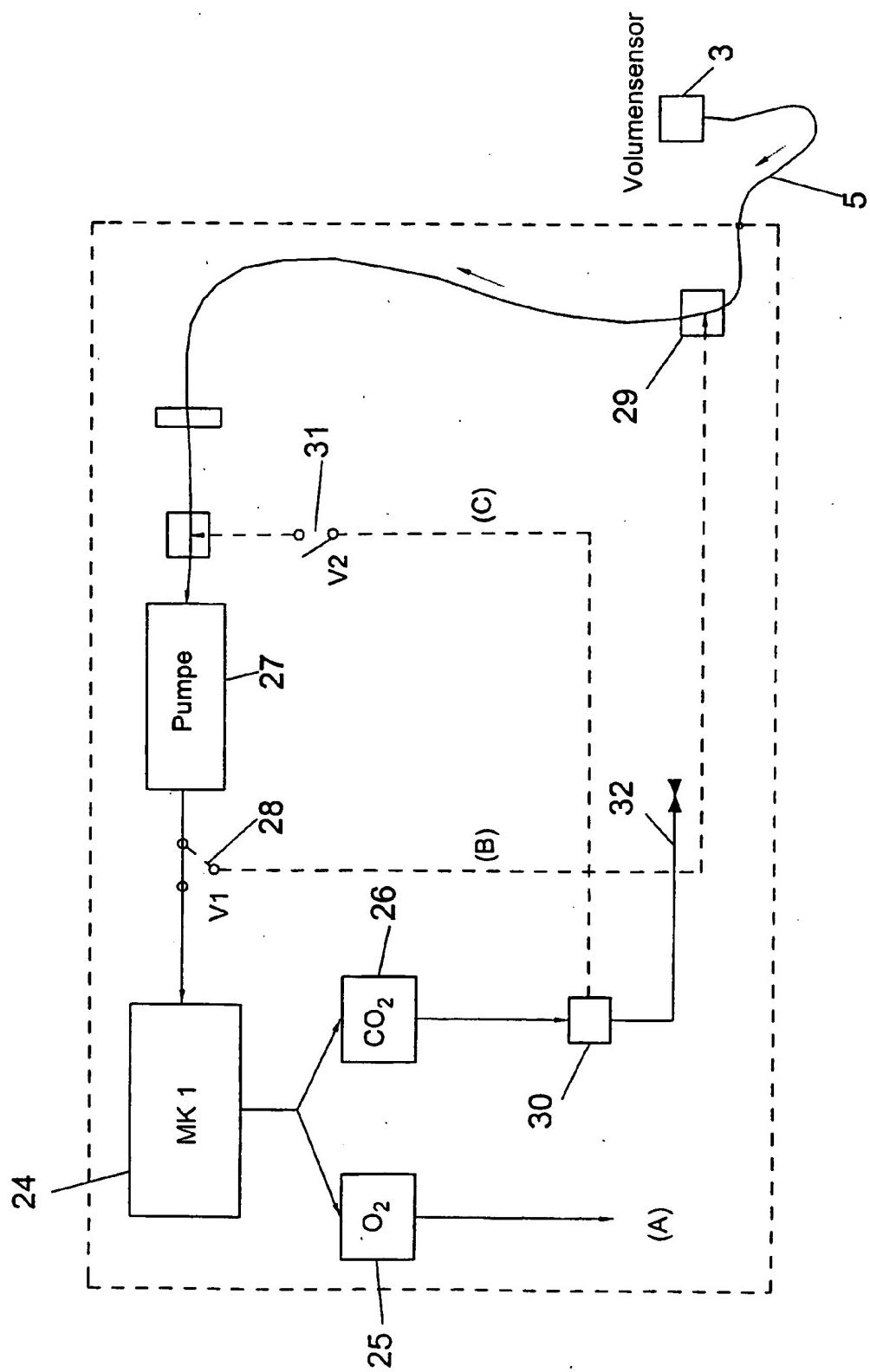


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/09965

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 A61B5/083 A61B5/097

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61B A61D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, BIOSIS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 99 39637 A (MAULT JAMES R) 12 August 1999 (1999-08-12)	1
A	abstract	4,6,10, 13,16,18
Y	page 6, line 4 -page 11, line 21; tables 1,2	1
A	EP 0 537 991 A (MONAGHAN CANADIAN LTD) 21 April 1993 (1993-04-21) column 5, line 4 -column 6, line 48; tables 1-8	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 157 (C-1180), 16 March 1994 (1994-03-16) & JP 05 329132 A (ANIMA KK), 14 December 1993 (1993-12-14) abstract	1

	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 January 2001

Date of mailing of the International search report

24/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Weihns, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

EP 00/09965

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 93 24810 A (REUTTER GEORG ;HARNONCOURT KARL (AT)) 9 December 1993 (1993-12-09) page 5, line 7 -page 7, line 9; table 1 -----	1,4,6
A	WO 98 53732 A (BRUGNOLI PAOLO ;COSMED SRL (IT)) 3 December 1998 (1998-12-03) cited in the application page 3, line 11 -page 5, line 31; tables 1,2 -----	1,10,11, 14,16,19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

EP 00/09965

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 9939637	A	12-08-1999	EP	1054622 A		29-11-2000
EP 0537991	A	21-04-1993	US	5954049 A		21-09-1999
			AU	668693 B		16-05-1996
			AU	2635292 A		29-04-1993
			BR	9203989 A		27-04-1993
			CA	2080567 A		16-04-1993
			MX	9205901 A		01-06-1993
JP 05329132	A	14-12-1993		NONE		
WO 9324810	A	09-12-1993	DE	4222286 C		11-05-1994
			AT	151871 T		15-05-1997
			DE	59306177 D		22-05-1997
			EP	0597060 A		18-05-1994
			ES	2099948 T		01-06-1997
			JP	6509651 T		27-10-1994
			US	5419326 A		30-05-1995
WO 9853732	A	03-12-1998	IT	RM970314 A		27-11-1998
			EP	0944348 A		29-09-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09965

A. KLASIFIZIERUNG DES AUSGANGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61B5/083 A61B5/097

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61B A61D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, BIOSIS

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 99 39637 A (MAULT JAMES R) 12. August 1999 (1999-08-12)	1
A	Zusammenfassung Seite 6, Zeile 4 -Seite 11, Zeile 21; Tabellen 1,2 ---	4,6,10, 13,16,18
Y	EP 0 537 991 A (MONAGHAN CANADIAN LTD) 21. April 1993 (1993-04-21) Spalte 5, Zeile 4 -Spalte 6, Zeile 48; Tabellen 1-8 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 157 (C-1180), 16. März 1994 (1994-03-16) & JP 05 329132 A (ANIMA KK), 14. Dezember 1993 (1993-12-14) Zusammenfassung ---	1
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmelde datum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweitliefhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmelde datum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmelde datum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipps oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

9. Januar 2001

24/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Weihls, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

EP 00/09965

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 93 24810 A (REUTTER GEORG ;HARNONCOURT KARL (AT)) 9. Dezember 1993 (1993-12-09) Seite 5, Zeile 7 -Seite 7, Zeile 9; Tabelle 1 ---	1,4,6
A	WO 98 53732 A (BRUGNOLI PAOLO ;COSMED SRL (IT)) 3. Dezember 1998 (1998-12-03) in der Anmeldung erwähnt Seite 3, Zeile 11 -Seite 5, Zeile 31; Tabellen 1,2 -----	1,10,11, 14,16,19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

EP 00/09965

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9939637	A	12-08-1999	EP	1054622 A		29-11-2000
EP 0537991	A	21-04-1993	US	5954049 A		21-09-1999
			AU	668693 B		16-05-1996
			AU	2635292 A		29-04-1993
			BR	9203989 A		27-04-1993
			CA	2080567 A		16-04-1993
			MX	9205901 A		01-06-1993
JP 05329132	A	14-12-1993		KEINE		
WO 9324810	A	09-12-1993	DE	4222286 C		11-05-1994
			AT	151871 T		15-05-1997
			DE	59306177 D		22-05-1997
			EP	0597060 A		18-05-1994
			ES	2099948 T		01-06-1997
			JP	6509651 T		27-10-1994
			US	5419326 A		30-05-1995
WO 9853732	A	03-12-1998	IT	RM970314 A		27-11-1998
			EP	0944348 A		29-09-1999